

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑩ 公開特許公報 (A)

昭56—159996

Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

特許庁整理番号

公開 昭和56年(1981)12月9日

H 02 P 8 00

7315—5H

7 62

1 0 4

7315—5H

発明の数 2

審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑫ 永久磁石ロータ型同期モータの運転方法及び  
その回路

富士電気化学株式会社内  
発明者 鈴木 譲  
東京都港区新橋5丁目36番11号  
富士電気化学株式会社内  
発明者 大石 渉  
東京都港区新橋5丁目36番11号  
富士電気化学株式会社内  
出願人 富士電気化学株式会社  
東京都港区新橋5丁目36番11号  
代理人 弁理士 尾股行雄 外2名

⑬ 特 願 昭55—63516

⑭ 出 願 昭55(1980)5月14日

⑮ 発 明 者 奥田正直  
東京都港区新橋5丁目36番11号  
富士電気化学株式会社内

⑯ 発 明 者 金田長芳  
東京都港区新橋5丁目36番11号

明 細 書

1. 発明の名称

永久磁石ロータ型同期モータの運転方法及び  
その回路

2. 特許請求の範囲

1. 入力パルスを相数および励磁方式によつて  
定まるモードで各相に分配する励磁モード作  
成回路と、それらの励磁信号を受け同期モ  
ータを励磁するために必要な電流パルスを作る  
駆動回路とを用い、その電流パルスによつて  
同期モータを運転する方法において、駆動電  
流パルスのパルス幅を入力パルスの周期時間  
より短く設定することを特徴とする永久磁石  
ロータ型同期モータの運転方法。

2. 入力パルスを相数および励磁方式によつて  
定まるモードで各相に分配する励磁モード作  
成回路と、それらの励磁信号を受け同期モ  
ータを励磁するために必要な電流パルスを作る  
駆動回路を備えた同期モータ運転回路におい  
て、励磁モード作成回路と駆動回路との間の

各励磁信号ラインにそれぞれアンド・ゲート  
を設け、該アンド・ゲートをパルス幅制御回  
路の出力で共通同時に開閉制御することによ  
つて、駆動電流パルスの幅を狭め、入力パル  
スの周期時間よりも短い時間で駆動電流パル  
スの供給が終了するようにしたことを特徴と  
する永久磁石ロータ型同期モータの運転回路。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、永久磁石ロータ型同期モータの運  
転方法及びその回路に関し、更に詳しくは駆動  
電流パルス幅を狭くコントロールすることによ  
つて、トルク値の制御、防振、省電力化、回転  
むらの軽減、ノイズの減少等を図ることのでき  
る運転方法及び回路に関するものである。

ここで、“永久磁石ロータ型同期モータ”と  
は、多数の磁極歯とそれらを励磁するコイルを  
備えた励磁ステータと、多極着磁された永久磁  
石を有するロータとを組合せ、入力パルスに同  
期して回転するモータをいい、ステツパモータ  
およびステツパモータと同じ構成で専ら連続的

等領域で使用するモータ、更にはフライホイールを組合せて回転むらを強力抑えるようにしたモータ等も含む用語として用いている。

最も簡単な4相ステップモータの1相励磁方式を例にして、従来技術とその問題点について説明すると次の通りである、 $\phi 1$ 図に示すように、ステップモータ1の運転回路は、励磁モード作成回路2と駆動回路3とから構成されている。励磁モード作成回路2は、入力パルス $I_p$ を相数および励磁方式によつて定まるモードで各相に分配する回路であり、この場合、4相ステップモータの1相励磁であるから、4本の励磁信号ラインにタイミングの順次ずれた励磁パルス $\phi 1 \sim \phi 4$ を出力する。駆動回路3は、これらの励磁信号を受け、ステップモータ1のステータコイルを励磁するために必要な電流パルス $\phi 1 \sim \phi 4$ に対応した時間供給するものであつて、通常最終段にはパワートランジスタが用いられる。従つて、入力パルス $I_p$ が入るたびに励磁信号、ひいては駆動電流パルスが切換

わり、それによつてステップモータは1ステップ角ずつ回転することになる。

ところで、1ステップ励磁したときのロータの動き(回転角と時間の関係)は、 $\phi 2$ 図に示すように振動的となる。勿論、振動の減衰の程度は、モータの種類や励磁モード、コイルに直列に入る抵抗値等によつて変化するが、振動の発生は避けられなく、しかし、ロータの振動は回転位置の不定、エネルギーのロス、熱の発生等、ステップモータ使用上看過できない問題である、このため時定数や磁気的な結合を利用したダンパーを付設したり、電氣的に逆相制動をかけるなどして振動を収束することが行われている。しかし、ダンパー機構を付設することはどうしてもその分だけ設置スペースを必要とする。から小型モータには適用しづらいし、常に最適なダンパー効果を得ることはむづかしいし、また電氣的に逆相制動をかけることは回路的に複雑化するほか、いずれの場合でもエネルギーのロスは大きい。

本発明の目的は、このような従来技術の欠点を解消し、極めて簡単な構成でロータの振動の発生を防ぎ、エネルギーのロス、熱の発生を強力抑えることのできるモータ運転方法及び回路を提供することである。

かかる目的を達成するため、本発明は、従来のように入力パルスと次の入力パルスの間中駆動電流を流しつづけるのではなく、パルス幅制御を行うことによつて、駆動電流パルスの幅を短くし、入力パルスの周期時間の途中で駆動電流を停止し、その後はロータ(負荷)の慣性を利用して安定位置に至らしめるよう構成されている。

以下、図面に基づき本発明について詳述する。 $\phi 3$ 図は本発明の一実施例のブロック図、 $\phi 4$ 図はその動作を示すタイムチャートである。この実施例は、4相ステップモータを1相励磁したものである。モータコイル4を励磁するために必要な電流パルスを作る駆動回路3と、励磁モード作成回路2を備えている点は従来のもの

と同じである。そして励磁モード作成回路2も駆動回路3も従来と同じ回路であつてよい。さて本発明では、励磁モード作成回路2と駆動回路3との間の各励磁信号ラインにそれぞれアンド・ゲート5が設けられ、各アンド・ゲート5はパルス幅制御回路6によつて共通同時に開閉制御されるようにした点に特徴がある。各アンド・ゲート5は2入力のものであつて、一方の入力はそれぞれ対応する励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ のラインに接続され、出力は対応する駆動回路3の入力端と接続される。各アンド・ゲート5の他方の入力端は共通に結線されてパルス幅制御回路6の出力端に接続される。パルス幅制御回路6は、例えば単安定マルチバイブレータの如きものであつてよく、入力パルス $I_p$ によつてトリガされた後、一定時間ゲートパルス $G_p$ を出す。 $\phi 4$ 図のタイムチャートから明らかなように、入力パルス $I_p$ が入るたびに励磁モード作成回路2は各相に順次励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ を出力する。また同時に入力パルス $I_p$ によつてパルス幅制御回路

6から一定パルス幅Tのゲートパルス $G_p$ が出る。ゲートパルス $G_p$ のパルス幅Tは、次の入力パルスが来るよりも近い時間、あるいはモータのコイルが1ステッパ角回転する時間よりも短い時間間隔である。各励磁信号 $\phi_1 \sim \phi_4$ は、ゲートパルス $G_p$ によつてゲートされるから、駆動回路3に印加される駆動信号 $\phi_1 \sim \phi_4$ はゲートパルス $G_p$ によつて狭幅化された信号となり、次の進相パルスが来る前に、あるいは次の駆動が行われる前に駆動電流パルスの供給が終了する。その後はロータ（負荷）は、その慣性によつて若干回転しつつ停止するか、次の進相パルスでさらに回転を続ける。それ故、ゲートパルス $G_p$ の値をモータの種類、励磁数、負荷等により適宜調整することによつて図5図に示すように振動の発生を防止することができる。

次に図6図は本発明の他の実施例を示す回路図である。4相（2相）モータをブリッジ構成とし、2相バイポーラ運転するものである。ブリッジ型駆動回路自体は従来公知である。本実

例2の入力パルスが入ったとき、 $\phi_2$ と $\phi_4$ とは瞬間的に切替わる。つまり、パワートランジスタを考えると $Q_2$ と $Q_4$ がオンとなり $Q_1$ と $Q_3$ がオフとなつて、 $I_2$ 電流が $I_4$ 電流に切替わるのである。ところが、オン・オフ状態の短い時間ではあるが、直列に接続されている $Q_2$ と $Q_4$ 、 $Q_1$ と $Q_3$ が導通し過大電流が流れる危険がある。そこで、従来技術ではそのときの過大電流を防止するため両トランジスタ間に抵抗を配置したり、ターン・オンの時間遅れ回路を前段に置くなどの対策を別途採らねばならない。ところが本発明のように構成すると、ゲートパルス $G_p$ が次の入力パルス $I_p$ がくる前に立下がるから、駆動信号ラインには入力パルス $I_p$ が到来する直前に共通して全て駆動信号がない状態（全てのモータコイルに駆動電流が流れない状態）が存在するから、特段の対策を施さなくても過渡状態における過大電流の発生といった現象は生じない。換言すると、本発明のような構成は過大電流防止回路も兼ねていることになる。

実施例では2個のJ-Kマスタースレーブフリップフロップを組合せて2相励磁信号 $\phi_1 \sim \phi_2$ を得、アンド・ゲート5を通して駆動信号 $\phi_1 \sim \phi_2$ を作る。アンド・ゲート5は、入力パルス $I_p$ によつてトリガされる単安定マルチバイブレータ（パルス幅制御回路）6によつて開閉制御される、各部のパルス波形は図7図に示す通りである。つまり、入力パルスにもとづきモータが駆動されてロータが安定位置に近づいたとき、単に駆動電流パルスの供給が停止する期間が存在し、その間ロータ（負荷）の慣性を利用して回転する、従つてロータ振動の発生を防ぐことができる。この点は前記実施例の場合と同じである。ところで、このような2相バイポーラ運転を採用すると、次のようなメリットも付随して生じる。それは、駆動回路3のパワートランジスタの破損を防ぐ機能が生じるということである。従来の2相バイポーラ運転を考えると、それは図7図のタイムチャートにおいて励磁信号 $\phi_1 \sim \phi_2$ がそのまま駆動回路に印加される。例えば

図8図に制御パルス幅（カットパルス幅 $T_c$ ）と電流、トルクとの関係の一例を示す。

上記の実施例ではアンド・ゲートをパルス幅制御回路の出力で共通同時に開閉制御することによつて、換言すればハード的に駆動電流幅を狭くするよう構成されているが、マイクロプロセッサの応用によりソフト的にコントロールして狭幅の励磁信号を作成し、駆動するように構成することもできる。

本発明によれば、用途や負荷（負荷の種類、程度）に応じて、その制御パルスの幅を適宜設定制御することにより、特に負性負荷、例えばフライホイールをロータに取付けて回転むらを極小にしようとする応用におけるステッパモータの駆動に適用すれば、要求される一定トルクに対して必要以上のエネルギー注入をカットすることができ、無効トルクによる機械的な振動を減少させることができ、また回転方向に対する振動（回転むら）は、付添するフライホイールのイナーシャ量に依つて駆動電流幅をコン

トロールすることにより極少にすることができ、回転むら、所謂ワウ・フラッタ特性の良好な永久磁石ロータ型同期モータの有効な駆動を行うことができる。

本発明は上記のように構成したから、極めて簡単な回路でモータ振動の発生を防止することができ、エネルギーのロス、熱の発生を極力抑えることができ、省電力化を図ることができるといった効果を奏するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来のステップモータ運転装置のブロック図、第2図はその単ステップ駆動の回転角と時間の関係を示す図、第3図は本発明の一実施例のブロック図、第4図はそのタイムチャート、第5図は単ステップ駆動の回転角と時間の関係を示す図、第6図は本発明の他の実施例のブロック図、第7図はそのタイムチャート、第8図はカットパルス幅 $T_c$ とトルク、電流の関係の一例を示すグラフである。

1…ステップモータ、2…励磁モード作成回

路、3…駆動回路、4…モータコイル、5…アンド・ゲート、6…パルス幅制御回路。

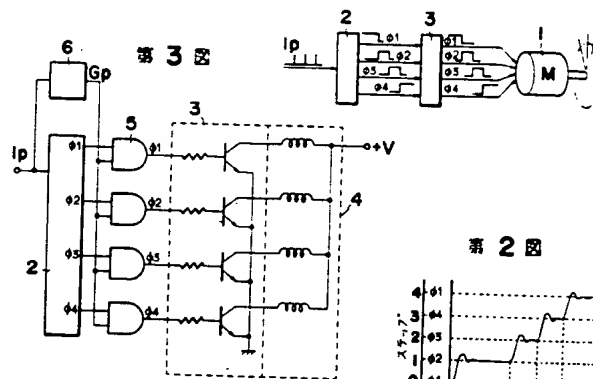
特許出願人 富士電機化学株式会社

代理人 尾 谷 行 雄

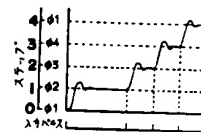
同 関 連 業 務

同 関 連 業 務

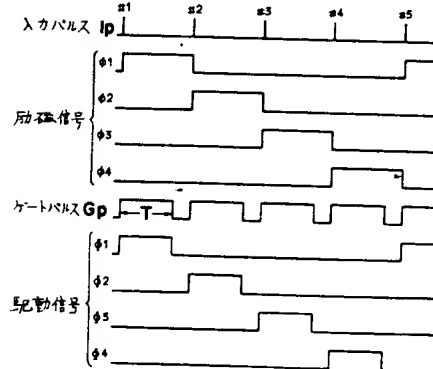
第1図



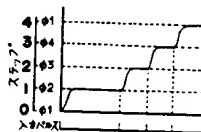
第2図



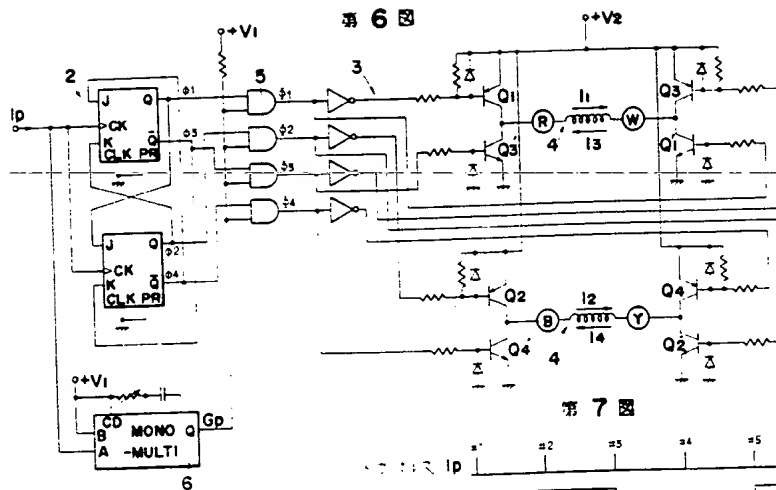
第3図



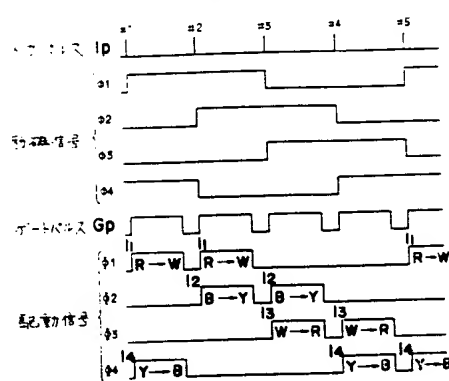
第4図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

